a ciencia cierta

NUMERO 17
15 DE JULIO DE 1991

Trasplantes contra la diabetes 1-3

Eclipse de sol 6

Sólido, líquido, gaseoso, ... o cristal líquido. En realidad, no existen tres estados de la materia, sino cuatro. Los elementos en esta última fase poseen peculiares características que han sido ventajosamente aprovechadas por la industria electrónica. Relojes digitales, calculadoras, monitores de ordenador y pantallas extraplanas de televisión son algunos de los objetos cotidianos en cuya fabricación se emplea invariablemente el cristal líquido.

CRISTALES LIQUIDOS, LA FASE INTERMEDIA

Sólidos y sin embargo fluidos, han revolucionado el mundo de la electrónica

RAQUEL HORNA

Antonio G. salió de compras. Quería regalar a su mujer algún artilugio electrónico, pequeño, original y sofisticado que ella pudiera llevar en su bolso junto a la agenda y la barra de labios. ¿Por qué no una *tele* de bolsillo? Del tamaño de un *walk-man*, en color, y con pantalla extraplana de cristal líquido, resultaba un capricho tentador.

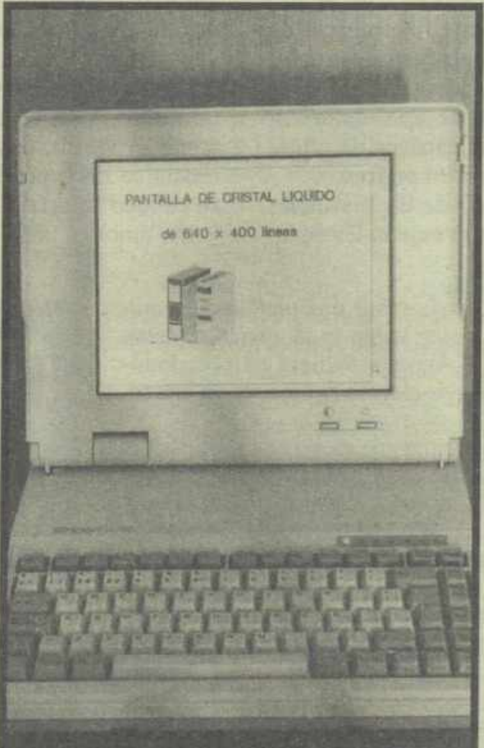
En la tienda le comentaron que las televisiones *del futuro*, las de dimensiones normales, serían muy planas ya que gracias a los cristales líquidos no necesitarían incorporar tubo catódico para crear la imagen.

Antonio G. se interesó por la otra novedad audiovisual de la temporada: un equipo compacto de video grabador-reproductor "con monitor de televisión -puntualizó el dependiente- de cristal líquido"; todo ello no más grande que una caja de zapatos.

De esta sección pasó a la de informática, donde se entretuvo eligiendo un ordenador portátil para su hijo. Las referencias técnicas definían las pantallas como LCD, *liquid crystals display*.

Por último, decidió regalarse a sí mismo un reloj digital y una calculadora. También en estos objetos, por supuesto, aparecía el omnipresente cristal líquido.

Al llegar a casa, cargado con tal repertorio de instrumentos electrónicos, Antonio G. no pudo por menos que pensar cuántos cristales líquidos había comprado aquella tarde. "Pero -se dijo-, ¿qué es el cristal líquido?" Respuesta: "El cuarto estado de la materia". Esa definición ha cautivado a los físicos por la claridad con que explica el término en cuestión. En la escuela nos enseñaron que la materia se manifiesta de forma sólida, líquida o gaseosa. Y he aquí que ahora nos hablan de una cuarta posibilidad a medio camino entre el sólido y el líquido, con características de ambos. Se trataría de un sólido en cuanto que es un cristal, y de un líquido en cuanto que se presenta fluido.



Pantalla LCD, (Liquid Crystal Display)

"Resulta muy pobre imaginar que la naturaleza sólo puede mostrarse totalmente ordenada (la estructura de los cuerpos sólidos) o totalmente desordenada (la de los elementos líquidos). Existen estados intermedios, como por ejemplo los cristales líquidos", afirma Fernando Ania, físico del Instituto de Química-Física "Rocasolano" del CSIC.

"Sin embargo -añade-, el término *cristal líquido* me parece engañoso. Es equívoco definir una sustancia con los nombres de los estados adyacentes, cuando tiene entidad independiente y merece llamarse por su propio nombre. Yo prefiero denominarlo mesofase o fase intermedia".

Para saber qué se entiende por cristal líquido conviene empezar conociendo qué es un cristal: un sólido con una estructura perfecta tridimensional, repetida regularmente a lo largo del espacio.

La sal común, el diamante, el hielo, la nieve, el cuarzo, el topacio y muchos otros minerales, son cristales. No todas las sustancias fundidas *cristalizan* al solidificarse. En la transición de la fase líquida a la sólida, al disminuir las vibraciones térmicas, las moléculas contiguas empiezan a estar en la posición adecuada para formar cristales, siempre que tengan la regularidad estructural suficiente como para poder crear ese ordenamiento tridimensional de largo alcance.

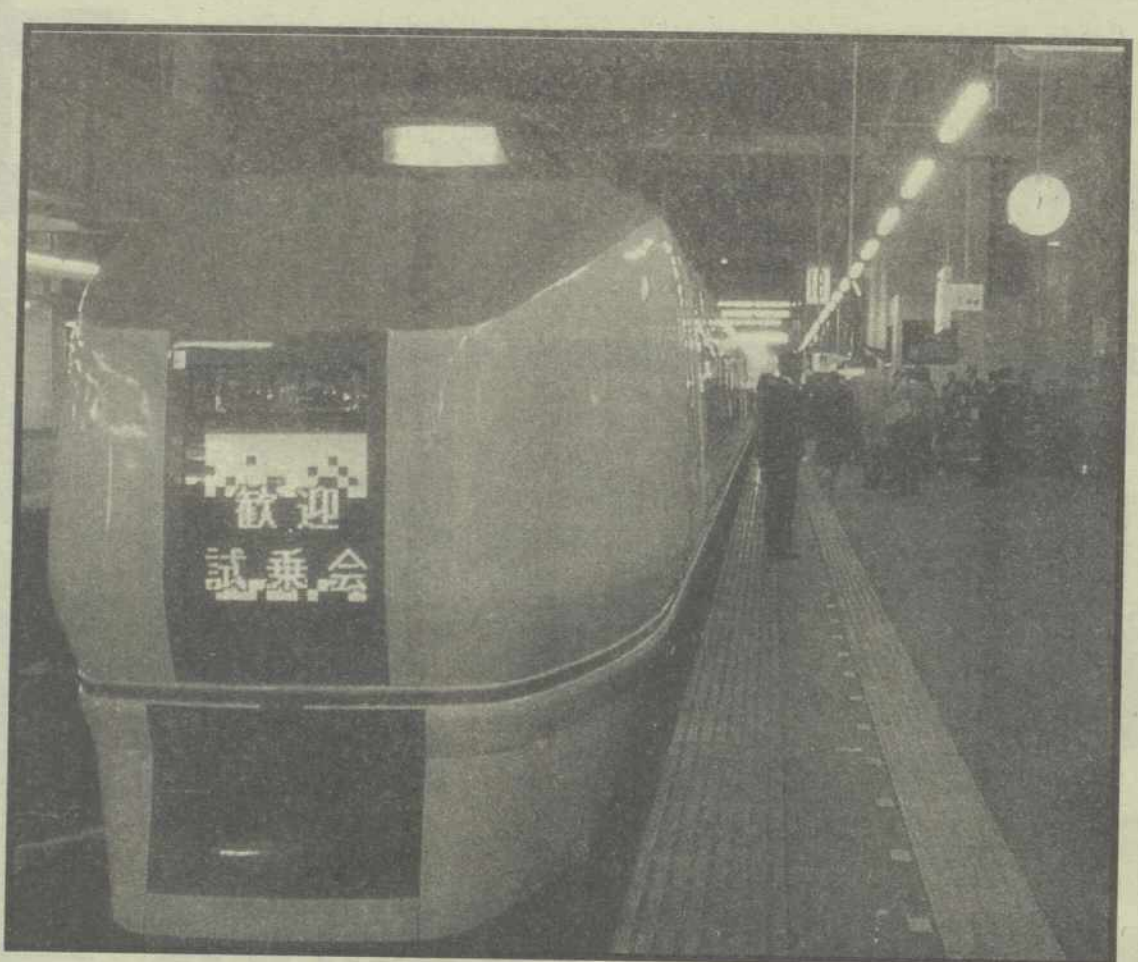
Esto significa que, tomando tres direcciones independientes en el espacio, si a lo largo de cada una de ellas se encuentra una repetición regular del elemento base de la red que forma la sustancia, entonces se puede hablar de un cristal.

Por ejemplo, si en el elemento en

Sigue en página 2

M.C.D.2022

CRISTALES LIQUIDOS, LA FASE INTERMEDIA



Tren japonés con pantalla de información de cristal líquido

Están presentes en relojes digitales, calculadoras, monitores de ordenador y pantallas televisivas

ENTRE EL SOLIDO Y EL LIQUIDO

¿Cómo opera el cristal líquido en la pantalla de su ordenador? Situado entre dos láminas de puntos conductores transparentes, recibe a través de ellos diferentes potenciales eléctricos, controlados a voluntad, que cambian la orientación de sus moléculas, enturbiándose el cristal líquido y visualizando así letras y dígitos en el monitor.

VIENE DE PRIMERA PAGINA

cuestión existe una mezcla de moléculas de diversa estructura química, al solidificarse se entorpecen; se *apelotonan* al azar, sin ser capaces de alinearse en un orden perfecto.

La mayoría de las sustancias puras, cuando baja la temperatura, forman un cristal. Los vidrios de las ventanas o de las gafas, sin embargo, son sólidos no cristalinos; su estructura es amorfa.

De hecho, un elemento cristalino no dejaría pasar la luz como el vidrio, cuya transparencia se debe precisamente a su calidad amorfa.

Un amorfo, señala Ania, es como una imagen congelada de una situación dinámica, una solidificación del desorden.

Por el contrario, los cristales líquidos, en un estado termodinámicamente estable, no tienen nada que ver con el caos estructural característico de los elementos fluidos.

El físico germano Lehmann, en los años veinte, los denominó así porque reunían propiedades de cristales y de líquidos, sin ser completamente ni lo uno ni lo otro.

Por una parte, fluían, se derramaban, se podían embotellar y su viscosidad (la adherencia entre las distintas capas del líquido) era baja.

Pero, mientras que los líquidos son *isotrópicos*, lo cual su-

CRISTAL LIQUIDO HASTA EN LA ROPA

¿Le gustaría vestir una prenda que cambie de color según la temperatura de su cuerpo? Aunque pudiera parecer indumentaria de ciencia ficción, es ya una realidad.

A principios de mayo se celebró en el londinense Hotel Savoy un innovador pase de modelos. Su pecualiaridad residía en el hecho de que, en la fabricación de aquellas telas, habían representado un papel estelar los cristales líquidos. Y, gracias a ellos, dichos vestidos ajustados al cuerpo son capaces de reflejar todos los colores del arco iris a medida que absorben el calor de la persona que los lleva. A 28ºC se *vuelven* rojos; a 33ºC, azules; y a temperaturas intermedias se suceden otros tonos. Una vez en el armario, sólo se aprecia el negro.

Vestidos que cambian de color gracias al cristal líquido

El modo de introducir los cristales líquidos en la tela requiere todo un proceso químico que empieza suspendiendo los cristales en unas cápsulas contenedoras. Luego, éstas son adheridas a una especie de tinta que, a su vez, se estampa sobre un tejido negro, con el que se confecciona el diseño. Existen distintos tipos de cristales líquidos, pero sólo los llamados colestéricos reúnen las propiedades ópticas y termocromáticas que han hecho posible fabricar las mencionadas prendas *camaleónicas*, además de utilizarse en otras aplicaciones multisectoriales.

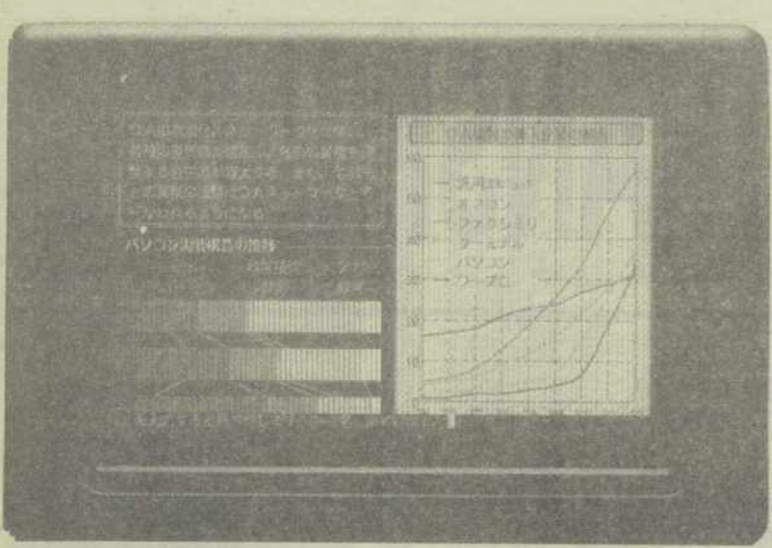
En el campo médico han servido, por ejemplo, para detectar tumores, ya que, al estar éstos más calientes que el resto del cuerpo, son delatados por la sustancia colestérica, que cambia de color en contacto con el tejido enfermo.

Las especiales características de los colestéricos derivan de su peculiar estructura, constituida por moléculas cuya orientación varía paulatinamente de capa en capa, y sólo se repite cuando alcanza el llamado paso de hélice. Son como pequeñas escaleras de caracol en las que cada peldaño marca la dirección. Cuando se ha subido una vuelta completa, la altura recorrida es lo que se llamaría paso de hélice.

Si sobre el colestérico incide luz blanca, compuesta de ondas de diferentes longitudes y que abarcan todos los colores del arco iris, se refleja sólo aquella que corresponde a la longitud del paso de hélice. Así, cambiando el ángulo de incidencia de la luz, se transforma el color. Para modificar de nuevo el tono sin alterar el ángulo habría que cambiar el paso de hélice de distinta forma, por ejemplo, incrementando la temperatura.

Otros cristales líquidos, como los nemáticos, que se utilizan en los displays digitales y en las pantallas de televisión y ordenadores, también son sensibles al calor.

M.C.D.2022



Los japoneses han desarrollado una tecnología especial para sus pantallas

pone que en cualquier dirección del espacio que se mida una propiedad física se obtienen los mismos resultados, los cristales líquidos son *anisótropos*, al igual que los cristales *sólidos*.

La anisotropía conlleva la existencia de variaciones de cualquier propiedad física dependiendo del eje que se tome para medir la materia cristalina.

Por ejemplo, el índice de refracción, la elasticidad, la conductividad térmica, son distintos en diferentes direcciones. Por tanto, existen direcciones favorables para según qué propiedades.

¿Qué aporta el cristal líquido a la industria electrónica? "Si se somete un cristal líquido a campos eléctricos o magnéticos -explica Ania-, se induce una orientación dentro de estos cristales líquidos; y esta orientación es la base de la creación de los *displays*. Consisten en dos láminas conduc-

El cristal líquido fluye, se derrama y se puede embotellar

toras transparentes entre las cuales se introduce un cristal líquido. Dado que sus propiedades ópticas varían en función de la orientación, y dicha orientación depende del campo eléctrico o magnético que podemos generar a voluntad entre dichas capas conductoras, entonces es posible producir todo tipo de efectos en la pantalla controlando el campo eléctrico aplicado en cada punto". Por ejemplo, en un reloj digital o una calculadora, cada número aparecido en el visor se genera mediante siete barras, siete segmentos conductores sobre los que inciden diferentes potenciales eléctricos.

Los cristales líquidos que componen dicho mecanismo necesitan un voltaje selectivo muy pequeño para orientarse, lo cual se consigue mediante baterías (pilas).

El dispositivo que da lugar a las pantallas de televisión o de ordenador de cristal líquido es más sofisticado, pero se fundamenta en el mismo principio: en función del voltaje, el cristal líquido cambia de color y aparecen los caracteres en la pantalla. La superficie del monitor televisivo es una lámina de vidrio transparente sobre cuya cara interna se ha establecido una red bidimensional de puntos de material conductor transparente y sobre los cuales podemos variar la descarga eléctrica.

En contacto con esta lámina, una capa de cristal líquido, dependiendo del potencial ejercido sobre cada punto, adopta una tonalidad diferente. Así se crean las imágenes en la pantalla, en la que se conseguirá más o menos definición según la mayor o menor densidad de esos puntos.

¿Cómo se manipula el cristal líquido para *meterlo* dentro de ese *sandwich* de láminas conductoras? Sintetizando, produciendo artificialmente las moléculas cuyas propiedades interese utilizar.

En el caso de los *displays*, por ejemplo para el funcionamiento del marcador de un estadio de fútbol en el que se impresiona la palabra *gol* en el momento oportuno, es necesario sintetizar moléculas con la fase de cristal líquido a temperatura ambiente.

En los últimos veinte años se han desarrollado fases de cristal líquido en la industria de plásticos. Se buscaban fibras plásticas con alta resistencia mecánica, capaces de soportar presiones muy grandes. Como aplicaciones de dichas investigaciones figuran los nuevos chalecos antibalas, más ligeros que los metales, pero con posibilidad de aguantar esfuerzos competitivos.

También se han utilizado fibras de plástico, originadas a partir de la fase de cristal líquido, en la industria aeroespacial, aérea y automovilística.

TUBO DE ENSAYO

TODOS CONTRA EL FUEGO

El año 1985 pasará a la pequeña historia de los incendios forestales por su virulencia: en España desaparecieron pasto de las llamas nada menos que 486.000 hectáreas de vegetación, de las que casi la mitad estaban cubiertas por árboles. Desde entonces, lo cierto es que las cosas no sólo no han empeorado sino que incluso muestran una mejoría sensible, aunque es raro el año en que no arden como mínimo 50.000 hectáreas de árboles. En todo caso, no hay lugar para la duda: ahora que el verano acaba de comenzar, los incendios forestales volverán, inexorablemente, a ser noticia.

Cuando se esgrimen estas cifras, a base de miles de hectáreas de árboles quemados, resulta difícil hacerse a la idea de su trascendencia real. Probablemente nadie es capaz de imaginar con cierta aproximación cómo es de grande un bosque de mil hectáreas, aunque cabe suponer que sea muy extenso. Bien, pues una hectárea es un cuadrado de cien por cien metros, o sea diez mil metros cuadrados; algo así como la superficie de un terreno de fútbol de los de mayor tamaño. Un bosque de mil hectáreas ocupa pues lo que mil campos de fútbol; lo que significa que durante el dichoso año 1985 se quemó en España una superficie equivalente a la de casi medio millón de campos de fútbol. Demasiado como para poderlo abarcar con la imaginación...

Con todo, el problema no estriba tanto en nuestra capacidad de imaginar la magnitud de la catástrofe cuanto en la irreversibilidad de la destrucción ocasionada. Porque esos millones de árboles que desaparecen en llamas y humo no son repuestos al mismo ritmo ni, por supuesto, crecen de manera instantánea. Incluso los árboles de crecimiento más rápido requieren bastantes años para alcanzar un tamaño adulto. Y así, lo que el fuego destruye cada año se va apuntando en el capítulo del *debe* sin que quede compensado adecuadamente con nuevas plantaciones en el *haber*.

Claro que en España se han repoblado muchas zonas, y desde hace ya muchos años. Lamentablemente, esta política de reforestación era llevada a cabo por un organismo de nombre inadecuado, ICONA (Instituto para la Conservación de la Naturaleza), cuyos fines eran más propios de un Instituto de Explotación del Monte que otra cosa.

No es que la explotación de los recursos madereros del bosque sea ilegítima; por el contrario, puede resultar muy importante en ciertas regiones, lo que justifica su adscripción administrativa al Ministerio de Agricultura, que debe regular la actividad productiva del campo y los mares. Pero esta actividad poco o nada tiene que ver con la conservación de la Naturaleza, entendida como un todo.

Las cosas han cambiado desde hace unos pocos años en ICONA. La política de repoblaciones ya no prima las especies de crecimiento rápido y, por tanto, de casi inmediato rendimiento económico. Estas especies suelen coincidir con las más dañinas para el bosque autóctono: por su proliferación desordenada -es el ejemplo típico del eucalipto-, su propensión al incendio -caso del pino y del eucalipto- y su facilidad para cobijar y difundir plagas de hongos e insectos -caso del pino, especialmente del *halepensis* y el *nigra*-.

ICONA ha variado positivamente su rumbo, y muchas repoblaciones se realizan ahora con fines estrictamente conservacionistas y no de simple interés maderero. Resulta ejemplar, al respecto, el trabajo de los técnicos forestales del sur de España, que están consiguiendo en las laderas de los montes del interior de la costa malagueña, por ejemplo, bosques de pinos y encinas en pacífica y prolífica convivencia. Unas repoblaciones que son la envidia de otros lugares de la misma zona geográfica próxima al Mediterráneo, como el Maestrazgo de Castellón, donde los pinares han sido abandonados a su suerte y padecen cruelmente toda suerte de plagas -orugas, hongos, muérdago- que, por simple comodidad ante tan pertinente chivo expiatorio, le son atribuidas a la lejana central térmica de Andorra, en Teruel, a pesar de que los sensores que miden la contaminación demuestran que allí los índices son prácticamente nulos.

En esta nueva óptica, toda la actividad conservacionista de ICONA, intensificada notablemente en estos últimos tiempos, que va desde las repoblaciones hasta la prevención y la lucha contra los incendios -no es ajeno a esta nueva y más eficaz política del ICONA el que los incendios sean ahora menos numerosos-, pasando por la educación ambiental y el cuidado del monte y de la naturaleza en general, debería salir de la esfera de lo agrícola para integrarse en el departamento ambiental recién constituido en nuestro país con rango de Secretaría de Estado. En Agricultura quedarían aquellas competencias de ICONA que tuviesen directamente que ver con la explotación industrial del monte, una actividad seguramente importante en España y que debería ser canalizada a través de algo así como un Instituto de Silvicultura semejante a los que existen en otros países.

En todo caso, este año volveremos a tener incendios. La primavera fue bastante lluviosa, lo que propició la aparición de abundantes arbustos, matojos y hierbas de todo tipo que luego, al secarse con la canícula, constituyen un eficaz propagador de la más mínima llama que, por descuido o voluntariamente, llegue a entrar en contacto con ellos. Y, además, ya casi nadie recoge leña, piñas y arbustos secos para encender fuegos domésticos -la cómoda bombona de butano llega ya hasta los rincones más escondidos de nuestro país-; el lado malo de esta situación estriba en la acumulación de esa leña seca en el sotobosque, que se añade a la paja y los matorrales secos para constituir la mejor estopa pirófila que se pudiera imaginar.

Todos deberíamos imbuirnos de un simple mensaje, especialmente importante para los que vivimos en las grandes ciudades: hay que luchar contra el fuego, sin duda, pero también hay que plantar árboles. Los españoles consumimos, en promedio, seis árboles al año tan sólo en papel. ¿Somos conscientes de que esos árboles deberíamos reponerlos nosotros de uno u otro modo si queremos que nuestro país, y por extensión el planeta entero, no camine hacia la más negra desolación forestal? ¿Cuántos árboles ha plantado usted este año?...

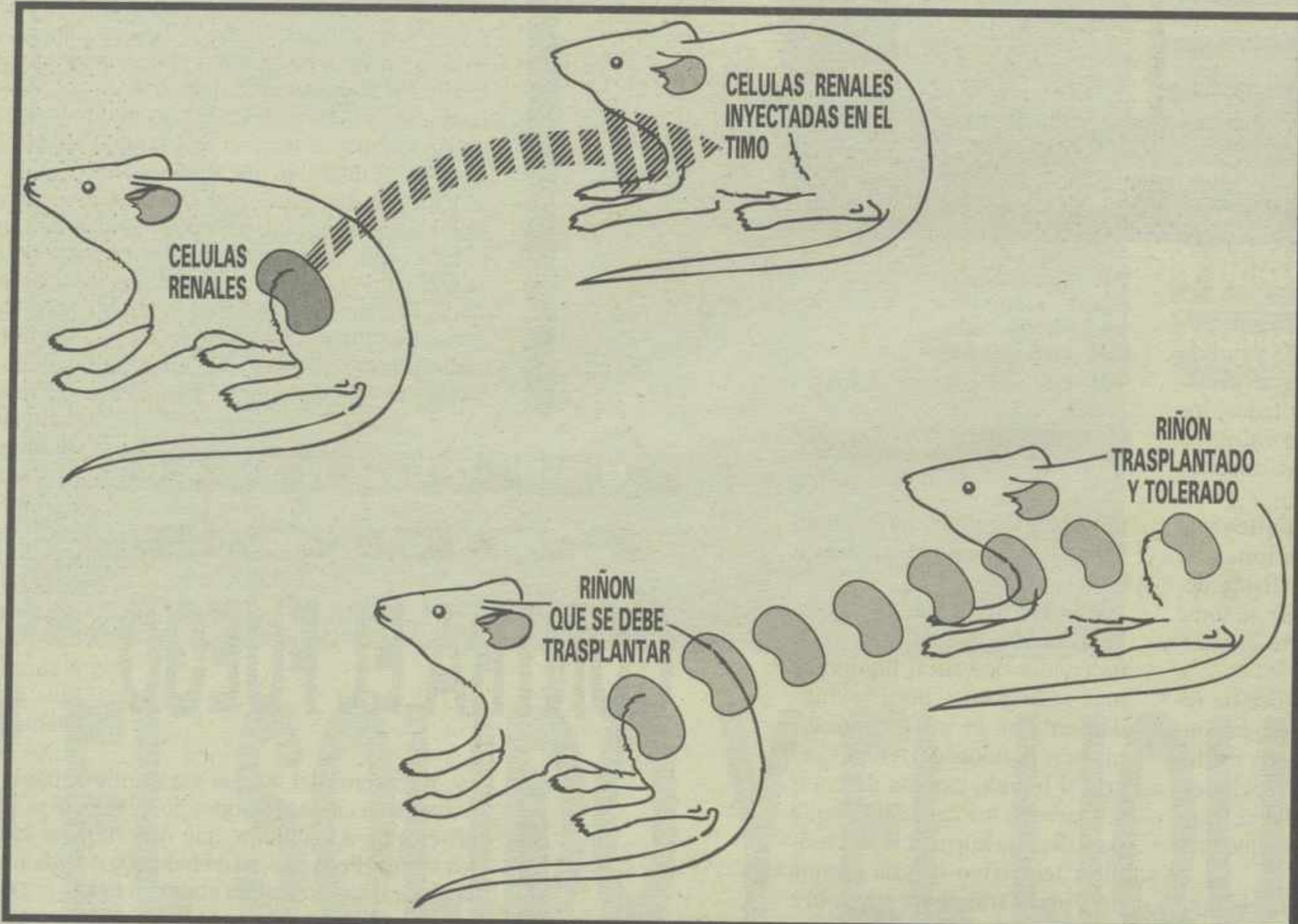
MANUEL TOHARIA

M.C.D.2022

DIABETES

DE LA INSULINA AL TRANSPLANTE

Los últimos ensayos científicos apuntan una revolucionaria posibilidad de evitar el rechazo



Para hacer un transplante de riñón en ratones genéticamente incompatibles se inyectaron células renales del donante en el timo del receptor. Después de diez días los ratones siguieron teniendo buena salud y los transplantados sobrevivieron. Mediante un mecanismo todavía desconocido, el contacto de las células del donante con el timo del receptor suprimió las reacciones normales de rechazo sin que fuera necesario recurrir al uso de otros fármacos.

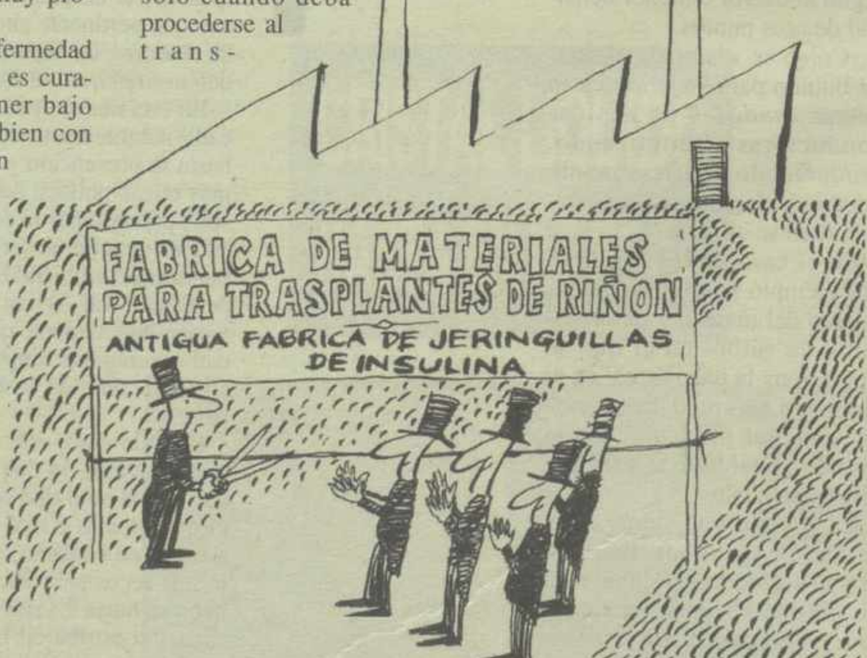
La celebración a finales del pasado mes de junio del día mundial para la lucha contra la diabetes ha coincidido con algunas iniciativas de prevención y con interesantes novedades que llegan desde el mundo de la investigación más avanzada.

En primer lugar, la OMS (Organización Mundial de la Salud, con sede en Ginebra) ha lanzado unos programas que tienen como objetivo una reducción drástica de las complicaciones causadas por esta enfermedad. En segundo lugar, en el último congreso internacional sobre transplante de páncreas, desarrollado en Lyon del 6 al 8 de junio, han atraído la atención general los primeros experimentos de injerto de células de páncreas en el timo de un ratón, una técnica absolutamente nueva que permitiría obviar el problema del rechazo.

La diabetes mellitus en una enfermedad del metabolismo que consiste en la insuficiente o nula capacidad del organismo para utilizar los azúcares, causada por una escasa producción de insulina o una actividad inadecuada de esta hormona secretada por el páncreas, y más específicamente por sus células beta. Estas están reunidas en minúsculas formaciones llamadas islas de Langerhans.

La diabetes tiene una patología muy difusa que (en sus dos formas principales, insulinodependiente y no insulinodependiente) afecta hasta el cinco por ciento de la población euroasiática: un dato que indica de un modo inmediato la relevancia social del problema, sobre todo cuando un control imperfecto de los azúcares en la sangre (glucemia) a la larga puede ocasionar graves complicaciones vasculares, nerviosas, renales y oculares. Los programas impulsados por la OMS apuntan, con una campaña de información a médicos y pacientes, a reducir a la mitad los casos en que la diabetes conduce a estos daños, un objetivo a corto-medio plazo sobre todo porque, como se indicaba, a más largo plazo se entrevén posibilidades terapéuticas totalmente nuevas y muy prometedoras.

Dado que es una enfermedad crónica, la diabetes no es curable. Se puede mantener bajo control, sin embargo, bien con fármacos que reduzcan la tasa de glucemia (cuando el funcionamiento del páncreas sólo es inadecuado en parte: diabetes no-insulinodependiente) o proporcionando al paciente mediante inyecciones la cantidad de insulina que necesita (cuando el funcionamiento de las células del páncreas se ha reducido a cero o casi: diabetes insulinodependiente). Desde 1923, año en el que se comenzó la producción de insulina extraída de ganado bovino y porcino, el control de la diabetes ha hecho muchos progresos: en particular se han producido insulinas cada vez más parecidas a la humana, hasta que en 1981, gracias a la ingeniería genética, se ha llegado a una insulina idéntica a la secretada por nuestro propio páncreas. Es claro, sin embargo, que los diabéticos insulinodependientes tienen que inyectarse la hormona que les falta durante toda la vida varias veces al día. Se podría pensar en una verdadera *curación* solamente con un transplante de células pancreáticas. Aunque aquí tampoco faltan las dificultades. El transplante de páncreas es, de hecho, una intervención muy seria: en la práctica conviene intentarlo sólo cuando deba procederse al transplante de riñón, esto es, cuando una terapia inmunodepresiva para evitar el rechazo es totalmente inevitable. Es por lo tanto evidente que aún en el caso de que el transplante sea un éxito, el paciente, liberado de la esclavitud de la insulina, permanece sujeto a la de los fármacos inmunodepresivos (ciclosporina, cortisonas y otros) durante el resto de su vida. Los experimentos expuestos en Lyon (ya anunciados en *Science* por un equipo de la Universidad de Pennsylvania en Filadelfia y en *Lancet* por un equipo del Instituto Mario Negri de Bérgamo) alimentan ahora la esperanza de realizar al menos algunos tipos de transplante sin que sea necesaria la terapia inmunodepresiva antirrechazo.



La técnica consiste en transplantar primero en el timo del receptor una cierta cantidad de células del órgano que se va a injertar. De hecho se ha descubierto que el timo es una glándula que debe, entre otros cometidos, dirigir el sistema inmunitario. En otras palabras, es el timo el que tiene que mostrar al organismo qué es lo que tiene que ser considerado extraño, y por lo tanto *rechazar*, y qué es lo que a su vez puede ser aceptado. En sí, el timo, al tener que desarrollar esta función, no produce rechazo.

Los grupos del profesor Barker de Filadelfia y de Giuseppe Remuzzi del Instituto Negri probaron a injertar en el timo de ratones células del riñón y del páncreas. Tras una decena de días, el timo no sólo no había rechazado las células huésped, sino que había predispuesto el sistema inmunitario del ratón para que las reconociera como propias. Al llegar a este punto se podía proceder al transplante del órgano entero sin riesgo de rechazo. Este es un camino muy sugerente que podría llevar a una revolución en todos los tipos de transplante y quizá también a permitir transplantes de órganos entre especies diferentes, de los animales al hombre. Es pronto sin embargo para hacerse ilusiones. Es preciso recordar, mientras tanto, que los ratones tienen un sistema inmunitario mucho más simple que el humano.

Será necesario, pues, experimentar sobre animales más evolucionados. Y aún después de esta fase no se dice que la técnica ensayada en Filadelfia y Bérgamo pueda encontrar una aplicación clínica. De hecho parece probable que en el futuro paciente diabético, por motivos todavía no muy claros, el sistema inmunitario destruya las células del propio pánereas. La reacción autoinmune podría así desencadenarse nuevamente contra las células transplantadas.

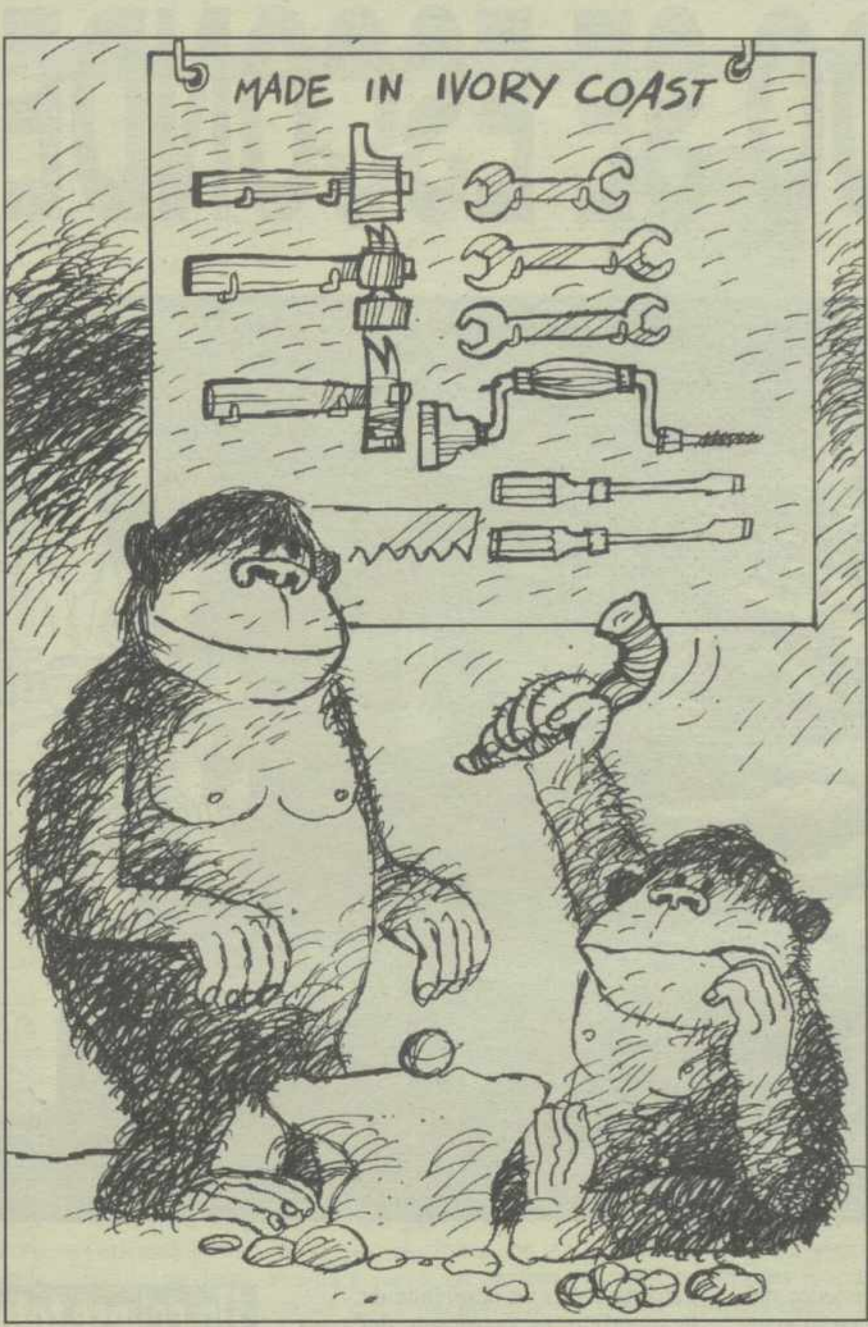
QUIRICO CARTA
Por cortesía de *Tuttoscienze, La Stampa*

M.C.D.2022

Arboles contra el cáncer

El taxol, una sustancia obtenida a partir del alcaloide que se encuentra en la corteza del árbol tejo, ha podido ser sintetizado después de varios intentos fallidos durante los últimos años. El gran interés de esta sustancia radica en que ha sido probada con éxito en el tratamiento de varios tipos de cáncer, especialmente de mama y ovarios.

Sin embargo, las esperanzas que la síntesis del taxol abren en el campo de la oncología anuncian densos nubarrones medioambientales. Según los grupos y entidades conservacionistas la creciente demanda puede hacer que la especie se extinga en los próximos años, ya que se necesitan 100 de estos árboles para tratar a un sólo paciente y cerca de 10.000 para obtener un kilogramo de sustancia activa.



Academia de chimpancés

Un zoólogo de la Universidad de Zurich (Suiza), Ch. Boesch, ha comprobado que las madres de algunos chimpancés enseñan a su crías a utilizar herramientas. La importancia del hallazgo radica en que hasta ahora se pensaba que sólo los humanos eran capaces de utilizar este elaborado método de transmisión de información, ya que, en general, los animales aprenden las técnicas mediante la simple imitación. Sin embargo, la enseñanza activa significa que el animal que transmite conocimiento no sólo debe saber lo que su alumno desconoce sino ser capaz de reconocer lo que hace mal para corregirle.

Boest ha constatado que las madres de chimpancés del oeste de Africa enseñan a su crías a utilizar palos y otros objetos e incluso les adiestran a manejar un martillo y una piedra a modo de yunque para abrir nueces-panda que tienen tres corazones insertados en una cáscara muy dura.

En alguna ocasión pudo observar cómo una cría tenía serios problemas porque el martillo era de forma irregular e intentaba cambiar la posición, al tiempo que movía la nuez. La madre se dió cuenta de sus dificultades y, cogiendo el martillo, fue rotándolo hasta situarlo en la posición correcta; realizó el movimiento varias veces hasta que consiguió que el pequeño chimpancé lo aprendiera.

Sistemas expertos para empresas españolas

El Instituto de Ingeniería del Conocimiento (IIC) ha concluido sus primeros proyectos de aplicación en diversas áreas de actividad económica y empresarial españolas, cuyos prototipos ya se han incorporado en el entorno informático de las empresas interesadas. Entre ellas se encuentra el grupo INH-Repsol, que ha instalado en una de sus plantas petroquímicas el sistema experto MIP para control y diagnóstico de averías y problemas. Creado en julio de 1989 por iniciativa de la Universidad Autónoma de Madrid e IBM España, y con la colaboración del Ministerio de Industria y de algunas de las empresas más importantes del país, el IIC ha diseñado sistemas expertos capaces, por ejemplo, de asegurar el suministro de energía eléctrica en una ciudad o de controlar los procesos industriales en tiempo real. Estos sistemas, en caso de irregularidades o averías, evalúan la situación, consideran las posibles soluciones y eligen, basándose en los conocimientos y la experiencia de quienes han realizado el programa, la mejor alternativa para subsanar dicha situación.

Requiem por un satélite

El 19 de junio pasado se cumplió el décimo aniversario de la puesta en marcha del *Meteosat-2*, el segundo de los satélites meteorológicos europeos, que en su momento fue diseñado para funcionar durante tres años solamente. A su lanzamiento, el 12 de agosto de 1981, siguieron los de los *Meteosat-3*, en 1988, *M-4*, en 1989 y *M-5* en 1991. Las imágenes de este pionero de la información del tiempo atmosférico han sido observadas, durante estos diez años, por cientos de millones de espectadores al final de los habituales informativos televisivos de los países europeos, pero al veterano le ha llegado la hora de la definitiva jubilación y muy pronto se le sacará de su órbita geoestacionaria para dar paso a otro satélite. Descanse en paz.

Alarma anti-estrés

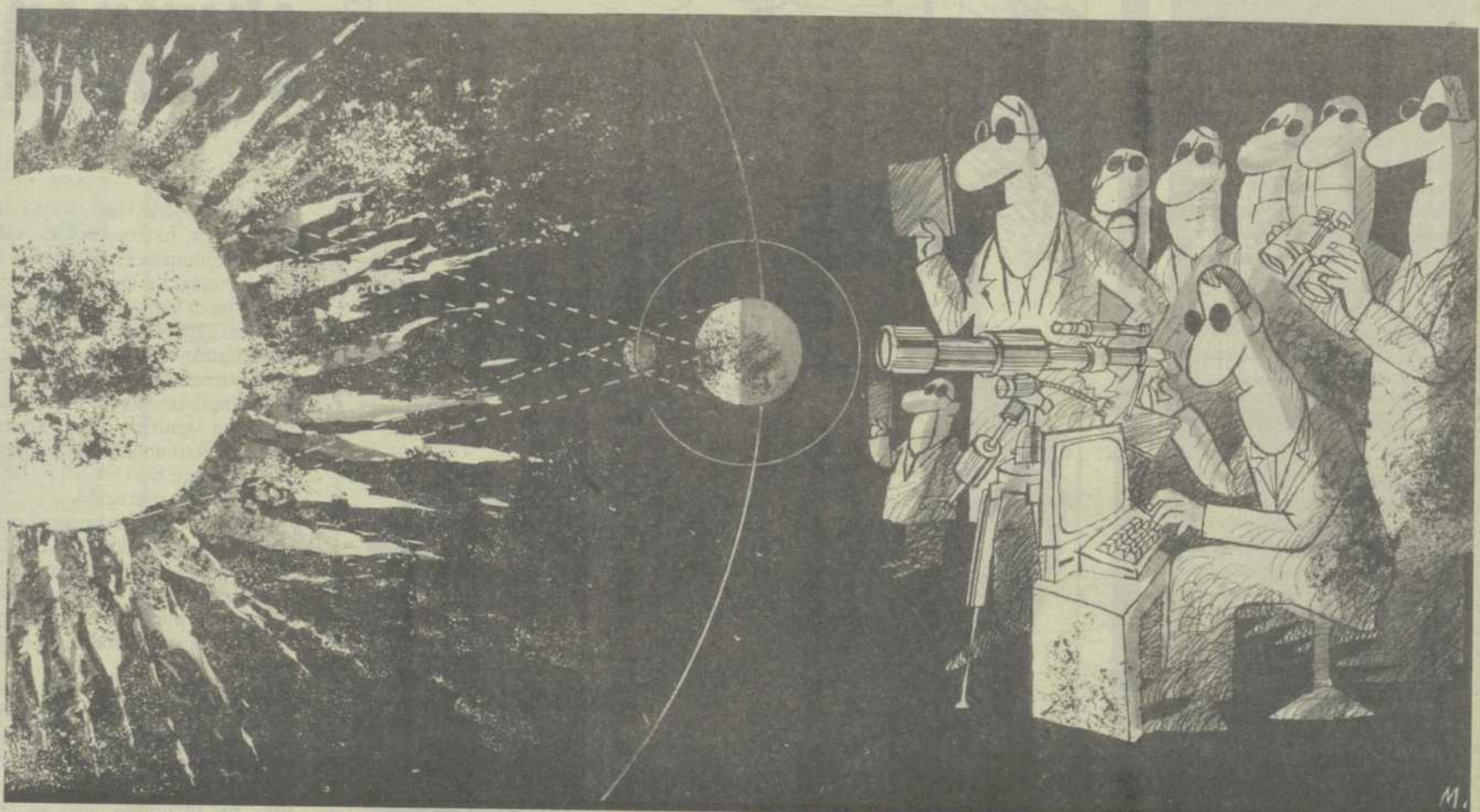
Científicos del Medical Centre de la Universidad de Missouri (EEUU) han desarrollado un sistema de inteligencia artificial que permite detectar los síntomas de estrés o gran fatiga psíquica que suponen será de gran utilidad en el trabajo de pilotos, controladores aéreos y otros profesionales sometidos a frecuentes situaciones de tensión. El desarrollo está basado en una técnica de ultrasonidos que emplea el efecto Doppler (cuando se refleja una onda desde un objeto en movimiento varía su frecuencia) para determinar la velocidad de la sangre que va al cerebro.

Para realizar las mediciones se usan unas sondas con un cristal piezoeléctrico cerámico situadas en las sienes. Cuando se aplica un voltaje, los ultrasonidos pasan a través del hueso temporal y se vuelven a reflejar en la sonda moviendo las células sanguíneas. El primer experimento que puso en evidencia la utilidad del sistema se realizó en Nigeria sometiendo a varios pacientes a un fuerte estrés físico que permitió descubrir la relación entre los cambios de flujo de la sangre con la actividad mental del cerebro y la consiguiente capacidad para la expresión hablada, la percepción olfativa o el grado de elaboración intelectual.

M.C.D.2022

CUANDO SE ESCONDE EL SOL

Tal como estaba previsto, y como viene sucediendo en astronomía (hasta que algo falle), el jueves 11 de julio se produjo el eclipse total de Sol de mayor duración en lo que queda de siglo, visible desde Hawaii hasta el continente americano. Un eclipse no es más que una sombra y se produce cuando un cuerpo celeste pasa frente a otro y lo oculta, total o parcialmente.



MANUEL CALVO HERNANDO

En el Sistema Solar existen dos tipos de eclipses, los de Luna y los de Sol. Para que se produzca un eclipse tienen que estar alineados ambos astros y la Tierra. Los actores principales de un eclipse son, por ello, el Sol, la Luna y la Tierra.

Un eclipse total de Sol es un espectáculo magnífico y una jornada privilegiada para los astrónomos. La superficie del Sol, o *fotosfera*, que es la parte más luminosa, queda tapada por la Luna durante el eclipse, el cielo se torna sombrío y ello permite observar las zonas externas que constituyen la atmósfera del Sol, especialmente la *cromosfera*, que se extiende hasta unos 5.000 kilómetros de la superficie, y luego la corona, donde se producen fenómenos espectaculares: erupciones, protuberancias, etc, que ponen en juego energías considerables y que implican importantes campos magnéticos. Una erupción solar puede liberar tanta energía como una bomba de 10.000 millones de toneladas.

En un eclipse total de Sol, la sombra de la Luna cae sobre alguna región de la superficie terrestre, desde la cual puede observarse el ocultamiento del Sol. Existe una coincidencia extraordinaria de la naturaleza y es que la Luna y el Sol tienen aproximadamente el mismo diámetro angular, vistos desde la Tierra, es decir, abarcan aproximadamente un ángulo de medio grado en el firmamento.

Como es sabido, el Sol es una estrella, la más próxima a nosotros, pero sólo una entre mil millones de nuestra galaxia. Esta, a su vez, es una de las incontables islas del espacio. Mientras nos balanceamos alrededor del Sol, éste nos arrastra en su viaje alucinante en la Vía Láctea, donde no todos los lugares están tan tranquilos como el presente. Atravesaremos nubes de polvo que pueden afectar a nuestro equilibrio climático. Podemos acercarnos demasiado a otras estrellas que podrían perturbar nuestra órbita, y llevarnos fuera de la estrecha zona donde la vida es confortable o, incluso, echarnos del Sistema Solar (Frank Close).

Durante los últimos 4.600 millones de años, la Tierra ha estado ligada gravitacionalmente al Sol, debido a que se formaron de la misma nube de materia interestelar. En la actualidad, la vida se sostiene sobre todo gracias a que las plantas son capaces de capturar y almacenar químicamente la luz visible.

El Sol no es tan constante como se cree. Estamos aprendiendo mucho ahora acerca de cómo funciona esta esfera de gas incandescente (plasma) con una masa casi 70 veces superior a la del resto del Sistema Solar. Podemos hasta observarlo internamente y analizar su núcleo termonuclear. De esta forma ha sido posible detectar ciertos fenómenos extraños, que aún no comprendemos, y reflexionar sobre ideas que hace sólo un decenio ni siquiera podían ser imaginadas seriamente.

En virtud de las reacciones termonucleares que se producen en su interior, 564 millones de toneladas del hidrógeno del Sol se transmutan cada segundo en 560 millones de toneladas de helio. La mayor parte de los cuatro millones de toneladas de masa que desaparecen cada segundo se convierten en energía radiante y ésta se desprende de la superficie incandescente del Sol.

A la Tierra sólo nos llega una milmillonésima parte de la radiación solar. Pero ello es suficiente para permitirnos vivir en este planeta.

La Luna es el cuerpo celeste más cercano a la Tierra y el único donde el hombre ha puesto, hasta ahora, sus pies. Lo mismo que la Tierra, la Luna brilla por reflejo de la luz solar. Tiene un diámetro de 3.476 kilómetros, casi una cuarta parte del de la Tierra. Con la excepción de Plutón, ningún otro planeta del Sistema Solar tiene un satélite tan grande.

Finalmente, la Tierra presenta una gran diversidad de rasgos en su estructura superficial: tiene agua gaseosa, líquida y sólida, alberga vida y normalmente el 50 por ciento de su superficie está cubierta de nubes. La corteza terrestre está dividida en nueve grandes pedazos o placas que flotan parcialmente sobre el manto viscoso y caliente. Estas placas están en movimiento y son impulsadas por un flujo de magma (materia rocosa incandescente) que surge del manto a través de los cuarteamientos de la corteza que las originaron.

Un eclipse total de Sol permite a los astrónomos conocer mejor al astro rey

Para que las radiaciones del Sol nos beneficien, pero no nos perjudiquen, tenemos en la Tierra dos pantallas, la capa de ozono y el campo magnético del planeta. Este último no está sujeto a la acción humana, y no podremos romperlo, pero en cambio la capa de ozono es más sensible a la influencia del hombre, y su ruptura podría tener consecuencias negativas, a escala planetaria.

Uno de los grandes problemas actuales es el temor de que la temperatura de la Tierra suba entre 1,5 y 3,5 grados antes del año 2.030, si el llamado *efecto invernadero* continúa produciéndose en los niveles y a las velocidades actuales.

Por otra parte, si el *agujero* en la capa de ozono que existe sobre la región antártica aumenta o se extiende, el efecto sobre la superficie de la Tierra podría parecerse al de una bomba atómica y producir algo así como un holocausto nuclear.

Según ciertas previsiones, dentro de un siglo el clima se modificará en un grado tal como nunca se ha observado en toda la historia de la humanidad (por lo menos desde que hay memoria escrita, lo cual no es mucho), y ello influirá en los sistemas ecológicos, la agricultura, los recursos hidráulicos y el hielo marítimo.

El eclipse de Sol es un fenómeno digno de observarse, pero puede ocasionar daños irreversibles al ojo si no se toman las precauciones adecuadas. Nunca se debe mirar directamente al Sol, ni a través de una cámara fotográfica, binoculares o telescopio. Tanto las radiaciones ultravioleta como infrarrojas, que son invisibles, pueden quemar el ojo sin producir dolor.

En esta interrupción de la normalidad provocada por un eclipse, no sólo hay que estar atentos al triunfo de la noche sobre el día, sino que debe prestarse atención a la corona solar, las perlas de Bailey, las sombras volantes y el comportamiento animal.

Cada 18 años y 11 días, aproximadamente, el Sol y la Luna se encuentran en las mismas posiciones y se suceden eclipses muy parecidos, aunque no observables desde los mismos lugares geográficos.

Los futuros eclipses de Sol hasta 1995 serán los siguientes: dos anulares en 1992; uno anular y uno total en 1994; uno anular en 1995 y uno total eñ 1995.

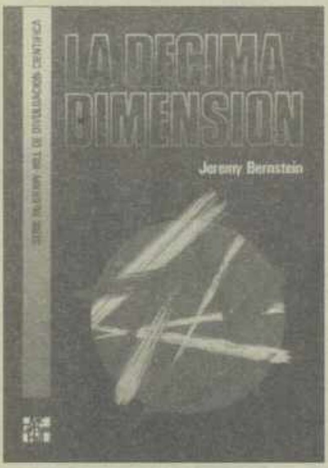
Bibliografía asequible

• Frank Close. *La catástrofe cósmica y el destino del universo*. Editorial Crítica, Barcelona, 1991.

• Revistas I*nformación Científica y Tecnológica* (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México) y *Tribuna de Astronomía* (Madrid).

M.C.D.2022

libros



La décima dimensión

Jeremy Bernstein. *Ed. McGraw-Hill*

Las partículas elementales y la cosmología son los temas centrales de este volumen de divulgación en el que el autor presenta diversos ejemplos de un fenómeno científico notable: los descubrimientos sin contexto. En los sucesivos capítulos, y a través de los trabajos de varios investigadores, de sus hallazgos y de sus métodos de estudio y experimentación, se van dando las claves para un conocimiento claro de las leyes de la física y de los secretos del Universo. La electrodinámica cuántica, la ley de la expansión, la conservación del número leptónico, la curva de la resonancia o la energía de ligadura son algunos de los conceptos que Bernstein ayuda a comprender con una visión histórica de la física de partículas en la que la forma casi novelada del transcurso de los descubrimientos convierte el texto en una lectura asequible e instructiva.

Sabiduría insólita

Fritjof Capra. *Ed. Kairós*

El subtítulo de este libro, *Conversaciones con personajes notables*, es ya toda una definición de su contenido. La psicología, la física, la medicina, la ecología e incluso la religión forman parte de los temas de esas conversaciones que el autor mantiene con figuras destacadas en diversos campos del pensamiento, como el físico Werner Heisenberg, el biólogo Gregory Bateson, la ecóloga Hazel Henderson o la líder Indira Gandhi. La amenidad de los diálogos y la variedad de las ideas que afloran en esos encuentros van formando las piezas para la construcción de un nuevo paradigma científico y cultural que ya forma la realidad contemporánea. El interés del autor por la mística oriental, sobre todo en sus relaciones con la física moderna, resulta evidente en muchos de los capítulos en los que trata, por ejemplo, del budismo, el Zen, la medicina asiática o el arte y la espiritualidad hindúes.

La historia del LSD

Albert Hofmann. *Editorial Gedisa*

La droga que hizo furor en los años sesenta se convierte ahora en protagonista de un libro cuyo autor es precisamente el *padre de la criatura*, el químico Albert Hofmann, quien hizo en 1943 su revolucionario descubrimiento cuando investigaba para la compañía Sandoz, en Basilea (Suiza), las propiedades curativas del*cornezuelo de centeno*, del que se deriva la sustancia psicodélica conocida como LSD.

Hofmann relata las circunstancias en las que se produjo aquel hallazgo y pormenoriza los autoensayos a los que se sometió, ingiriendo la droga para comprobar por sí mismo las propiedades alucinógenas que ésta podía desarrollar.

También narra su relación con escritores y psicólogos atraídos por el tema de las fronteras de la percepción, entre ellos Aldus Huxley y Ernst Jünger. Por último, Hofmann analiza las propiedades y efectos de dicha sustancia como medicamento, incluídas sus aplicaciones en el campo psiquiátrico y como droga narcótica.

entrelíneas

"Con el LSD tiene especial vigencia el lema de Paracelso, de que es la dosis la que determina que una sustancia sea un remedio o un veneno"

Albert Hofmann

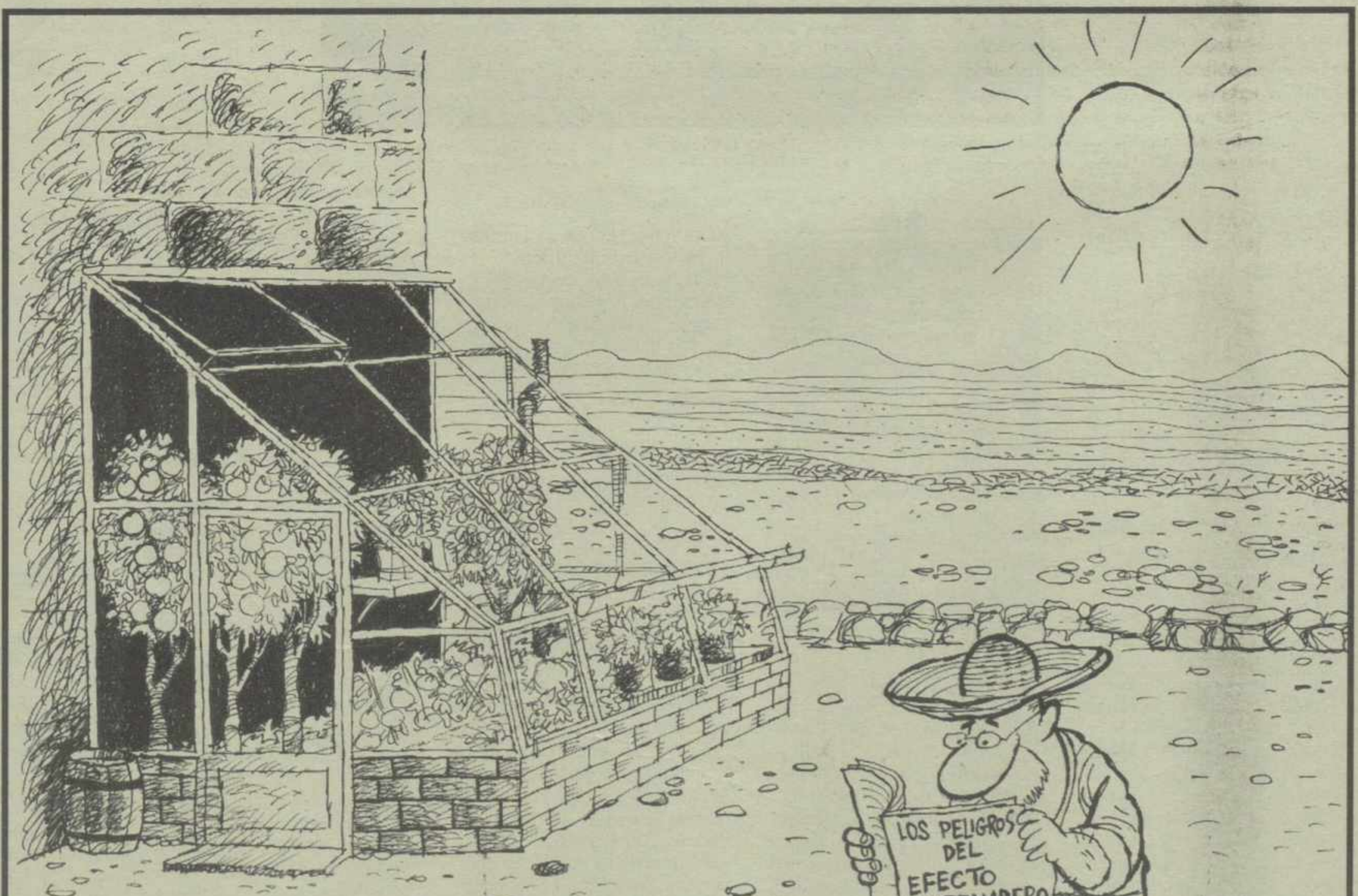
"La lógica es un instrumento muy elegante y le venimos sacando un buen rendimiento desde hace unos dos mil años. Pero a los árboles no les sirve de nada. En su lugar utilizan la metáfora"

Gregory Bateson

"El gran emperador Ashoka, que reinó en la India en el siglo III a. de C., consideraba que su obligación no era sólo proteger a sus vasallos, sino también conservar los bosques y la vida silvestre"

Fritjof Capra

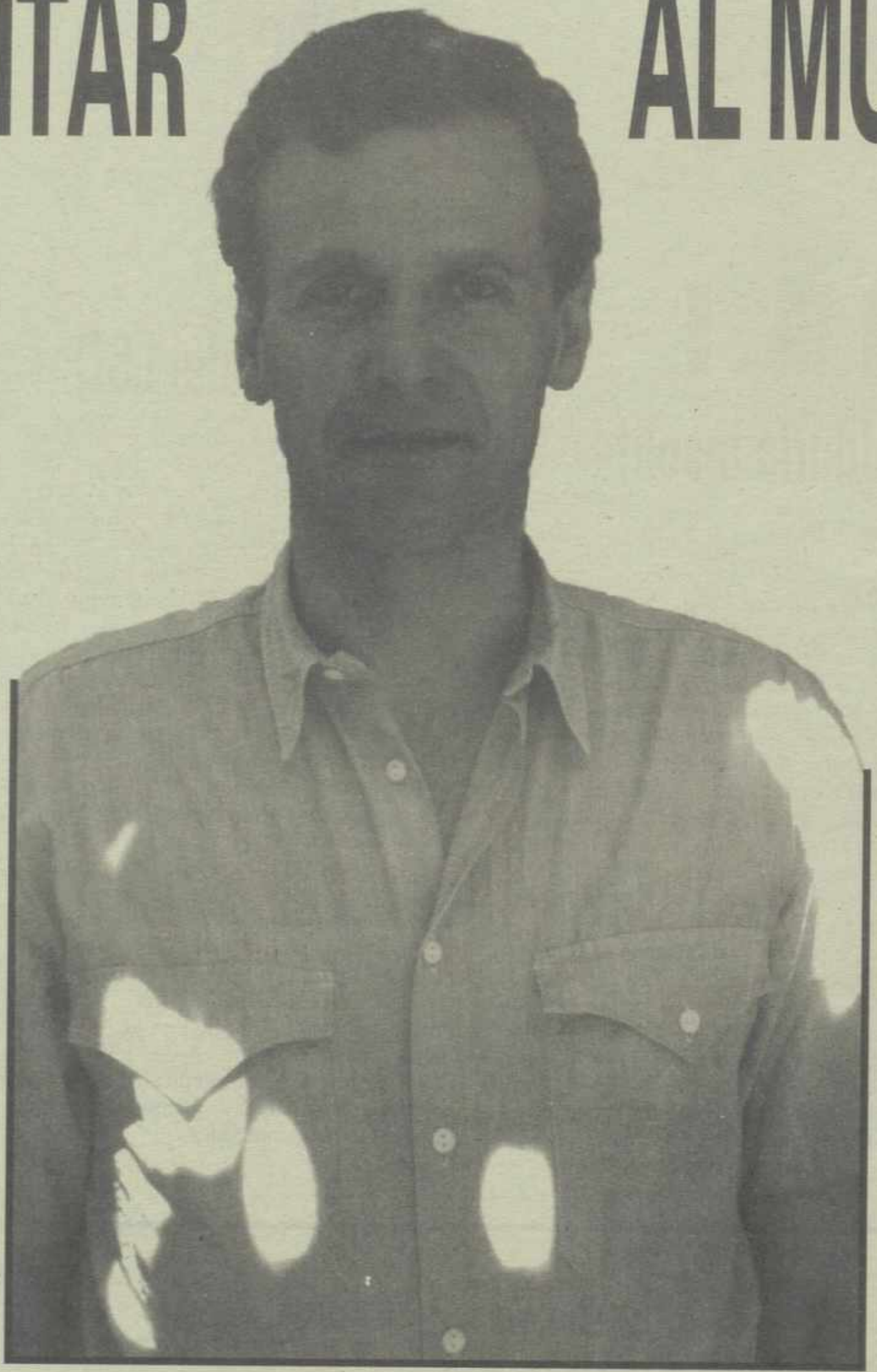
EL HUMOR DE MENDI



M.C.D.2022

John Durant

PREGUNTAR AL MUSEO



John Durant

ANTONIO CALVO ROY

No es, como Neruda al amor, preguntar cerezas al cerezo, pero está muy cerca. Si los museos sirven para mostrar algo interesante a quien quiera verlo, debería ser normal que se pudieran hacer preguntas sobre lo que se ve, y sobre lo que sugiere lo que se ve, y que se obtuvieran respuestas. John Durant así lo cree y, por eso, ha creado este servicio en el Museo de la Ciencia de Londres, del cual es director. “La verdad es que al principio nos preguntaban cuestiones relacionadas con las calles o con horarios de teatros, pero ahora tenemos más cuestiones científicas”. Qué es un agujero negro, por qué se produce el arco iris o cómo se guarda la música en un disco compacto son algunas de los cientos de preguntas que el museo responde cada día.

John Durant, que procede del mundo universitario, pasó de la enseñanza de la biología a la historia de la ciencia, y más recientemente se especializó en el impacto público de la ciencia, en la comunicación sobre ciencia y tecnología. Este proto inglés de pronunciación tan esmerada como su traje o sus ojos, es, desde hace tres años, director del Museo de la Ciencia de Londres, uno de los centros más importantes y antiguos en su especialidad.

Como el museo que dirige está en Gran Bretaña, donde gozan de las ventajas del correo de Su Graciosa Majestad, un buen número de cuestiones se pregunta por carta. Pero la mayoría las hace gente que ha visitado el centro y quiere saber algo más sobre algunos de los fenómenos que ha observado. “En nuestro país hay una cierta tradición de que los museos respondan a preguntas de su área, pero siempre en cuestiones históricas. Nosotros hemos querido actualizar el servicio”.

“Los museos son excelentes vehículos que sirven para poner en contacto al público con el mundo de la ciencia, que habitualmente no conocen; son ventanas que permiten mirar dentro de un laboratorio. En el pasado los grandes museos de ciencias estaban especializados en hablar al público sobre historia de la ciencia y la tecnología utilizando las maravillosas colecciones que tenían, y eso se sigue haciendo; pero al mismo tiempo están hablando a la gente de lo que sucede hoy en día en el mundo de la ciencia; no sólo de los hitos del pasado, sino de los cambios de hoy para mañana. Ese es el impacto que tienen hoy los museos”.

> **Un museo de ciencia es una ventana para asomarse a los laboratorios**

Al hacer esa reconversión, según Durant, “los museos grandes, como el nuestro, tienen una gran ventaja: es posible seguir manteniendo algunas galerías con las colecciones históricas (nosotros tenemos, por ejemplo, una colección riquísima de máquinas de la revolución industrial, una época muy importante en Gran Bretaña) y abrir otras más atractivas para los jóvenes, más actuales”. Interactividad es la palabra, la varita mágica cuyas estrellas convierten un lugar en el que *sólo se mira* en un espacio donde *se aprende* y, sobre todo, “donde se estimula la curiosidad científica de los visitantes, la noción de que es importante explorar el mundo para poder conocerlo. Acercarse a él y tocarlo con las propias manos, ver los experimentos provocados por el propio visitante”.

Con una audiencia tan grande como diversa, por ejemplo 250.000 escolares cada año, la información que el Museo de la Ciencia proporciona es muy variada. “Durante la guerra del Golfo -afirma John Durant- el público estaba especialmente interesado en conocer los efectos del conflicto sobre el medio ambiente. Por eso publicamos unas hojas de información sobre la contaminación provocada por la guerra.

En los seis meses que lleva funcionando el servicio hemos hecho 20 ó 30 hojas de este tipo con los temas sobre los que más se pregunta: agujeros negros, ingeniería genética, contaminación... Una de las cuestiones que dejamos claras, de todas formas, es que nosotros no lo sabemos todo, pero que podemos preguntar al experto en cada tema”.

“Recibimos cientos de preguntas cada día, sobre todo de gente que las hace en un mostrador que hay preparado para ello, aunque también por correo. Además de las de *¿donde está la cafetería, por favor?*, nos hacen muchas relacionadas con las vitrinas, con algo que no han entendido bien o un aspecto sobre el que quieren más información. Otro grupo de preguntas está formado por las que hacen los chicos de los colegios; son las que podríamos llamar educativas, relacionadas con lo que están estudiando en su clase. Y luego nos hacen preguntas generales, sobre cualquier cosa relacionada con ciencia y tecnología. El servicio crece poco a poco y en el futuro queremos poder ofrecerlo a todo el país, tal y como ocurre en Holanda, donde disponen de un servicio de información general sobre ciencia y tecnología que está en Utrech y al que se accede por teléfono o por carta”.

Pese a dirigir uno de los museos más importantes y prestigiosos de todo el mundo en su área, John Durant se muestra convencido de la bondad de los pequeños museos locales de ciencia. “Hay un gran auge de ellos en todo el mundo. En Gran Bretaña han nacido cientos en los últimos años. Creo que están muy bien, cumplen una función muy interesante. No todo el mundo quiere o puede ir a la capital para ver los museos”.

Aunque es difícil establecer la evidencia de que un mayor número de museos de ciencia hace que haya un mayor número de jóvenes interesados en estudiar ciencia, “es posible que haya alguna relación. Lo más importante es estimular el gusto por la ciencia en los chicos.

Y, aunque no sea una prueba completamente científica, hay muchos hombres de ciencia que dicen que lo son porque de pequeños fueron a un museo y les fascinó lo que vieron allí”.

a ciencia cierta

COMITE ASESOR
Julio Abramczyk, Armando Albert, Adlai Amor, Michel André, Carmen de Andrés, James Cornell, Miguel Delibes, Pierre Fayard, Francisco García Cabrerizo, José María López Piñero, José María Maravall, Biel Mesquida, Luis Oro, Regina Revilla, María Luisa Rodríguez Sala, Eugenio Triana, Hendrik Van der Loos, Martín F. Yriart

COMITE DE REDACCION
Manuel Calvo Hernando, Miguel Angel Quintanilla, Manuel Toharia

DIRECTOR EDITORIAL
Miguel Angel Almodóvar

COORDINACION
Fátima Rojas

DIRECTOR DE ARTE
Luis Felipe Santamaría

SECRETARIA REDACCION
Pilar Arrieta

Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Serrano,117
28006 Madrid
Tel: 585 51 17. Fax: 261 68 50

Con la colaboración de la
Dirección General de Política Tecnológica
Ministerio de Industria, Comercio y Turismo

EDITA
Aliso España S.L.
Eloy Gonzalo, 36. 1º B
Tel. 91/ 593 44 03. Fax 91/593 42 29
28010 Madrid

M.C.D.2022